



T A
Č R

Projekt č. „SS02030023 Horninové prostředí a suroviny“
je spolufinancován se státní podporou Technologické
agentury ČR v rámci Programu Prostředí pro život.

www.tacr.cz

Kritické suroviny EU (CRM) – Ložiska a zdroje na území ČR

Horninové prostředí a suroviny SS02030023

PROGRAM PROSTŘEDÍ PRO ŽIVOT

Výzkumné téma č. 6 – Horninové prostředí a suroviny

Dílčí cíl 1.1. Nerostné suroviny

Sestavil:

STARÝ, Jaromír¹

Spolupracovali:

BUDA, Jan¹ – GABRIEL, Zbyněk¹ – POŇAVIČ, Michal¹

¹ Česká geologická služba

Recenze:

JIRÁNEK, Jiří

Praha, listopad 2022

Obsah

| | |
|--|----|
| | 1 |
| 1. Úvod | 4 |
| 2. Dosavadní průběh prací na projektu RENS | 7 |
| 3. Ložiska a zdroje CRM na území ČR..... | 9 |
| 3.1. Koksovatelné uhlí | 10 |
| 3.2. Lithium..... | 11 |
| 3.3. Wolfram..... | 12 |
| 3.4. Grafit..... | 13 |
| 3.5. Fluorit, baryt..... | 14 |
| 3.6. Ostatní CRM..... | 15 |
| 4. Závěr..... | 16 |
| 5. Použitá literatura..... | 17 |

1. Úvod

Projekt SS02030023 Horninové prostředí a nerostné suroviny (Rock Environment Natural Resources, dále **RENS**) je řešen Českou geologickou službou (dále ČGS) v období 2020–2026. Jeho hlavním cílem je výzkum, sledování a vyhodnocování stavu horninového prostředí, přírodních zdrojů, geologických rizik a geologických informací v celé ČR a poskytování nových poznatků nejen státní správě, ale také odborné i laické veřejnosti. Tematický okruh (dílčí cíl) 1.1. Nerostné suroviny, jako součást projektu RENS, volně navazuje a rozvíjí balíček WP2 předchozího projektu TE02000029 Centrum kompetence efektivní a ekologické těžby nerostných surovin (Competence Centre for Effective and Ecological Mining of Mineral Resources, dále **CEEMIR**). Hlavním cílem projektu RENS je vyhodnocení dosavadních výzkumů a průzkumů ložiskově geologického potenciálu území ČR v oblasti pro ČR strategických komodit. Předmětem řešení je rešeršní vyhodnocení relevantních kritických surovin EU (Critical raw materials for the EU, dále **CRM**) podle seznamu z roku 2020 (EL Latunussa et al. 2020) a národních strategických surovin (dále **NSS**) na území ČR, které nebyly zpracovány v rámci balíčku WP2 projektu CEEMIR. Kromě toho budou dosavadní data a informace aktualizovány a verifikovány.

V rámci projektu CEEMIR, řešeném v období 2014–2019 byl vyhodnocen potenciál CRM rozšířený o významné domácí suroviny – lithium (Li), které tehdy nebylo mezi CRM, a kaolin. Projekt CEEMIR vycházel ze surovinové strategie EU a byl zaměřen na shrnutí všech dosavadních poznatků a rešeršní vyhodnocení domácích potenciálních zdrojů CRM podle již jednou aktualizovaného seznamu z roku 2014 (sine 2014b), návrh dalších výzkumných a průzkumných prací a možného efektivního a šetrného způsobu jejich případné těžby a úpravy. Cílem balíčku WP2 v rámci projektu CEEMIR bylo vytipování vhodných ložisek a zdrojů řešených nerostných surovin na území ČR (CRM, lithium a kaolin), jejich kategorizace a pasportizace. Výsledky řešení WP2 z hlediska ložisek a zdrojů v zásadě potvrdily předpoklady, ale přinesly i mnoho nových poznatků. Největším významem však bylo provedení kvalifikované a systematické inventarizace ložisek a potenciálních zdrojů řešených surovin na území ČR, včetně zhodnocení jejich významu a perspektivy. Některé zdroje byly přehodnoceny a několik dokonce nově vymezeno. Výstupem (výsledkem prací) WP2 projektu CEEMIR byla závěrečná výzkumná syntetická zpráva (monografie) zaměřená na CRM, lithium a kaolin v ČR (Starý et al. 2019). Součástí zprávy byla účelová surovinová mapa – Mapa ČR s rozmístěním ložisek, potenciálně perspektivních a ostatních zdrojů vybraných kritických surovin EU (CRM) a lithia (stav k 1. 1. 2019), jejíž náhled ukazuje obr. 1 a která byla předkládána jako samostatný výsledek (Starý ed. 2019). Především z důvodu přehlednosti, ale i odlišného charakteru suroviny oproti CRM a Li, nebyla v této svodné mapě uvedena řešená ložiska, ani zdroje kaolinu, která byla zobrazena pouze v mapách jednotlivých zájmových oblastí. Výzkumná zpráva i účelová mapa byly podrobeny oponentnímu řízení ČGS. Oba výstupy byly oponentní radou přijaty dne 12. 12. 2019 a téhož dne schváleny ředitelem ČGS. Výzkumná zpráva i mapa řešily inventarizaci a evidenci zásob a zdrojů CRM v ČR v rámci naplňování strategie EU pro zajištění surovinové bezpečnosti a zabezpečení dostatku komodit pro národní ekonomiky. V národním měřítku slouží jako jeden z hlavních podkladů pro tvorbu surovinové politiky státu a naplňování usnesení vlády č. 713 z 11. 10. 2007, o nutnosti zajištění ekonomických zájmů státu v oblasti využití kritických superstrategických surovin EU a některých dalších surovin. Na krajské úrovni jsou využívány při zpracování regionálních surovinových politik. Jedná se tedy o výsledek na vynikající úrovni, který má předpoklad zásadního uplatnění v oblastech veřejného zájmu.

podobné vlastnosti (Sc však tehdy mezi CRM řazeno nebylo). Z nerudných surovin (Industrial minerals, dále IM) byly na seznamu CRM fluorit (FT) a přírodní grafit (GT).

V roce 2013 byl v komuniké COM(2014) 297 (sine 2014a, 2014b) seznam CRM podle stejné metodiky poprvé aktualizován a na základě posouzení 54 surovin do něj přibily další suroviny: chrom (Cr) a kovový křemík (Si) jako zástupci MM, boráty, fosfáty a magnezit za IM a koksovateľné uhlí. Naopak ze seznamu CRM byl vyřazen tantal (Ta) z důvodů snížení rizika dostupnosti, takže seznam obsahoval 20 komodit.

V roce 2017 byl v komuniké COM(2017) 490 (sine 2017b, 2017c) seznam CRM aktualizován podruhé a na základě posouzení 78 surovin se už nadále nepovažovaly za kritické dvě suroviny: chrom a magnezit. Koksovateľné uhlí bylo shledáno jako hraniční surovina, která nesplňovala všechna kritéria pro zařazení mezi CRM a pokud by je nesplnilo, mělo být z příštího seznamu vyřazeno. Naopak do seznamu byly nově zařazeny tyto suroviny: baryt (Ba), bizmut (Bi), hafnium (Hf), helium (He), fosfor (P), skandium (Sc), vanad (V) a opětovně i tantal (Ta), takže seznam celkově obsahoval 27 CRM. Navíc ještě přírodní kaučuk, ale to není nerostná surovina.

V roce 2020 byl v komuniké COM(2020) 474 (sine 2020) seznam CRM potřetí aktualizován. Posuzovalo se 83 surovin, a pokud to bylo možné, zkoumala se oproti předešlým posouzením podrobněji fáze, v níž v hodnotovém řetězci kritičnost nastává: těžba a/nebo zpracování. Oproti seznamu CRM z roku 2017 bylo vyřazeno helium (He), z důvodů klesajícího hospodářského významu (nadále však zůstává monitorováno z hlediska koncentrace dodávek). Do seznamu CRM byly nově zařazeny tyto suroviny: bauxit, lithium (Li), stroncium (Sr) a titan (Ti) a zpátky bylo zařazeno koksovateľné uhlí. Celkově tedy čtvrtý seznam z roku 2020 obsahoval 19 CRM.

Dvěma hlavními parametry, používanými na určení CRM, zůstaly hospodářský význam a riziko ohrožení dodávek pro EU. Seznam CRM je pravidelně (zhruba každé tři roky) aktualizován, s cílem zohlednit vývoj v oblasti produkce, trhu a technologií a většinou rozšiřován, přičemž zatím po poslední aktualizaci v roce 2020 (sine 2020; EL Latunussa et al. 2020) obsahuje suroviny uvedené v tab. 1.

Tabulka 1: Seznam CRM po poslední aktualizaci v roce 2020 (EL Latunussa et al. 2020)

| | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|
| Antimon (Sb) | Baryt | Bauxit | Beryllium (Be) | Bizmut (Bi) |
| Boráty | Fluorit | Fosfáty | Fosfor (P) | Gallium (Ga) |
| Germanium (Ge) | Grafit přírodní | Hafnium (Hf) | Hořčík (Mg) | Indium (In) |
| Kobalt (Co) | Koksovateľné uhlí | Křemík kovový (Si) | Lithium (Li) | Niob (Ni) |
| PGM* | REE** | Stroncium (Sr) | Tantal (Ta) | Titan (Ti) |
| Vanad (V) | Wolfram (W) | | | |

*Kovy skupiny platiny (Platinum Group Metals – PGM): ruthenium (Ru), rhodium (Rh), palladium (Pd), osmium (Os), iridium (Ir) a platina (Pt)

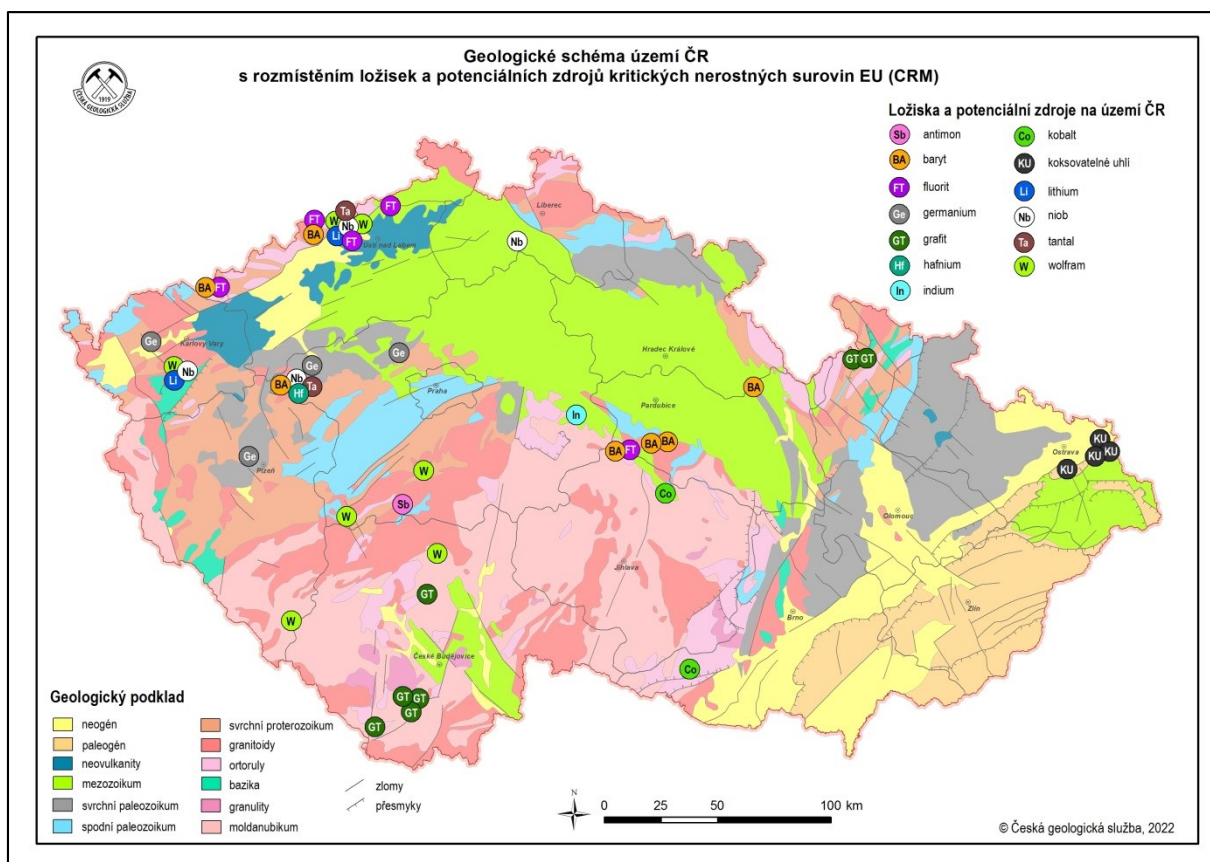
**Prvky vzácných zemin (Rare Earth Elements – REE): lanthan (La), cer (Ce), praseodym (Pr), neodym (Nd), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium (Gd), terbiu (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), ytterbiu (Yb) a lutecium (Lu), k REE bývá řazeno skandium (Sc) a yttrium (Y)

Naprostá většina CRM se v zemích EU netěží, resp. neprodukuje vůbec (Be, boráty, Ge, Mg, Nb, P, REE, Sc, Sb, Ta, Ti, V, Y) nebo jen v menším množství (baryt, bauxit, Bi, Co, fluorit, fosfáty, Ga, grafit, In, koksovateľné uhlí, Li, PGM, Si, W). Výjimkou jsou Hf a Sr, které se v EU produkují v podstatně větší míře ve Francii, respektive ve Španělsku. CRM, zejména pak rudy a z nich vyráběné kovy, představují důležité materiálové komponenty pro špičkové technologie nejširšího použití v elektronice a elektrotechnice, leteckém a automobilovém průmyslu, moderním hutnictví, klasické, jaderné i alternativní energetice, chemickém

průmyslu a samozřejmě dále i ve vojenské a kosmické technice. Jejich horší dostupnost nebo dokonce nedostupnost přímo ohrožuje ekonomiky jednotlivých evropských zemí i celého kontinentu, resp. EU, proto má největší aktuální význam především **vyšší podíl využívání domácích (evropských) zdrojů**.

2. Dosavadní průběh prací na projektu RENS

První fáze prací na tematickém okruhu (dílní cíl 1.1.) Nerostné suroviny projektu RENS probíhala v letech 2020–2022 a zaměřovala se především na CRM. U surovin již řešených v rámci projektu CEEMIR probíhalo průběžné a systematické doplňování a aktualizace dat. U některých zdrojů došlo i přehodnocení jejich významu a potenciálu na základě nových poznatků a přeřazení v rámci kategorií. V případě nově zařazených relevantních CRM (především baryt, ale hafnium a titan), proběhlo nejprve shromažďování literatury a shrnutí dosavadních poznatků a informací. Poté následovala verifikace a aktualizace stávajících dat, doplnění a rozšíření o nové poznatky a údaje a pasportizace (včetně zpracování do Surovinového informačního systému ČGS – SurlS). Závěrem byl vyhodnocen jejich význam a perspektiva pro ČR a jednotlivá ložiska a zdroje těchto CRM byly zařazeny do kategorií (ložisko, potenciálně perspektivní zdroj, ostatní zdroj, výskyt). Tím byly v této fázi shrnuty dosavadní údaje a informace o relevantních CRM na území ČR a na jejich základě bylo zhruba v polovině roku 2022 sestaveno geologické schéma území ČR s rozmístěním jejich ložisek a nejdůležitějších potenciálně perspektivních zdrojů (obr. 2).



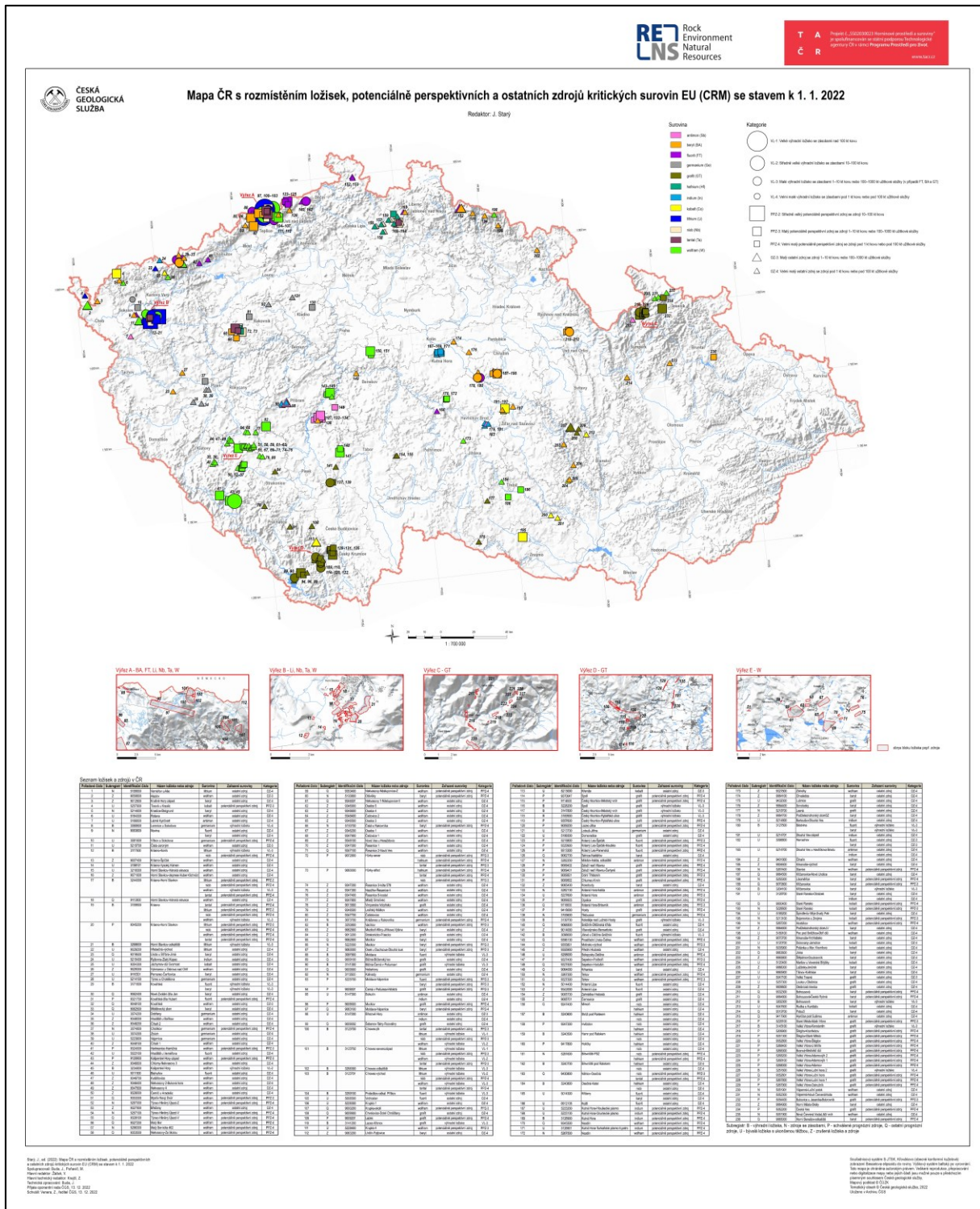
Obrázek 2: Geologické schéma území ČR s rozmístěním ložisek a nejvýznamnějších potenciálně perspektivních zdrojů CRM

Výstupem (dílním výsledkem prací) balíčku, resp. dílního cíle 1.1. Nerostné suroviny, v průběhu řešení projektu RENS koncem roku 2022 je účelová surovinová mapa – specializovaná mapa s odborným obsahem N_{map} – **Mapa ČR s rozmístěním ložisek, potenciálně perspektivních a ostatních zdrojů kritických surovin EU (CRM) se stavem**

k 1. 1. 2022, jejíž náhled je na obr. 3. Jedná se o obdobný a navazující, avšak výrazně aktualizovaný a především o nové CRM doplněný výstup, jako v případě předchozího projektu CEEMIR. Původně bylo uvažováno zvláště o předložení dalšího výstupu – výzkumné zprávy (V_{souhrn}), podobně jako tomu bylo v případě projektu CEEMIR. Od toho však bylo upuštěno, protože při klasifikaci Radou vlády pro vědu a výzkum k hodnocení společenské relevance vybraných výstupů ČGS za rok 2019, byly oba výsledky (mapa i zpráva) projektu CEEMIR ohodnoceny finální známkou 3, přičemž všichni hodnotitelé konstatovali, že jako celek by finální výstup měl potenciál pro některé z nejvyšších hodnocení. Z tohoto důvodu je tak mapa spolu se zprávou projektu RENS předložena jako jeden celek. Textová část tohoto dílčího výsledku prací balíčku 1.1. Nerostné suroviny projektu RENS stručně shrnuje dosavadní data a informace o CRM na území ČR a aktualizuje výsledky předchozího úkolu CEEMIR. Tím, že se jedná zatím o dílčí výsledek prací v rámci projektu RENS, tak textová zpráva je zpracována maximálně stručně s generalizovanými daty i informacemi a má tedy do značné míry charakter rozšířeného a výrazně prodlouženého „executive summary“. V případě, že jsou v textu explicitně uvedené lokality, či je lze vymezit revírem, pánví apod., jsou v závorce za nimi uvedena příslušná pořadová čísla, pod kterými jsou zobrazena v mapě. Celkem je v mapě zobrazeno 236 objektů – ložisek a zdrojů nerostných surovin, které jsou v tabulce pod mapou jednotlivě uvedeny se základními atributy a průběžným očíslováním v mapě od západu k východu. Grafickými symboly jsou v mapě rozlišeny výhradní ložiska, potenciálně perspektivní zdroje a ostatní zdroje. Podle celkového množství zásob nebo zdrojů jsou jednotlivé objekty (ložiska a zdroje) děleny do čtyř kategorií (1 – velký, 2 – střední, 3 – malý, 4 – velmi malý). Barevnou výplní grafických symbolů jsou odlišeny jednotlivé nerostné suroviny. V případě většího nahromadění objektů na jednom místě jsou zvláště zobrazeny výřezy (detaily v mapě). Současný dílčí výstup představuje evidenci a územní rozložení zásob a zdrojů CRM v ČR se stavem k 1. 1. 2022. **Specializovaná mapa N_{map} i výzkumná zpráva V_{souhrn} jako jeden výstup (dílčí výsledek prací) byly podrobeny oponentnímu řízení ČGS, oponentní radou byl výstup přijat dne 13. 12. 2022 a téhož dne schválen ředitelem ČGS.** Podrobná a úplná výzkumná zpráva se připravuje až jako součást závěrečného finálního výsledku prací (výstupu) dílčího cíle 1.1. Nerostné suroviny projektu RENS v roce 2026.

V rámci surovinové strategie EU tento dílčí výsledek doplňuje a aktualizuje výstupy CEEMIR z roku 2019 a spolu jsou hlavním informačním zdrojem pro zajištění surovinové bezpečnosti a zabezpečení dostatku komodit ze seznamu CRM pro jednotlivé národní ekonomiky i jako celku EU. V národním měřítku by měl dílčí výstup doplňovat výsledky projektu CEEMIR a sloužit jako jeden z hlavních podkladů pro tvorbu surovinové politiky státu a naplňování usnesení vlády č. 713 z 11. 10. 2007, o nutnosti zajištění ekonomických zájmů státu v oblasti využití kritických superstrategických surovin EU a některých dalších surovin. Na krajské úrovni bude využíván při zpracování regionálních surovinových politik. Ačkoliv se jedná zatím pouze o dílčí výsledek řešení dílčího cíle 1.1. Nerostné suroviny projektu RENS, přesto má předpoklad zásadního uplatnění v oblastech veřejného zájmu.

Kritické suroviny EU (CRM) – ložiska a zdroje na území ČR



Obrázek 3: RENS – Mapa ČR s rozmístěním ložisek, potenciálně perspektivních a ostatních zdrojů kritických surovin EU (CRM) se stavem k 1. 1. 2022

3. Ložiska a zdroje CRM na území ČR

ČR disponuje jen menší částí ze seznamu CRM a pouze malý podíl z nich tvoří výhradní ložiska se zásobami. Sem patří především koksovateľné uhlí, lithium a wolfram, které mají celoevropský význam, dále pak grafit, fluorit, baryt a germanium. Další nerostné suroviny, např. antimon, kobalt, indium, niob a tantal, tvoří zdroje, převážně prognózní, přičemž pouze jejich menší část lze považovat za potenciálně perspektivní (viz tab. 2).

Tabulka 2: CRM – zásoby na výhradních ložiskách a potenciálně perspektivní zdroje (Starý – Novák 2022; Starý et al. 2022a, 2022b)

| Surovina | Počet ložisek | Celkové geologické zásoby na výhradních ložiskách (t)* | Potenciálně perspektivní zdroje (t)** |
|-------------------|---------------|--|---------------------------------------|
| Koksovatelné uhlí | 41 | 7 178 925 000 | 800 000 000 |
| Lithium (Li) | 6 | 1 138 330 | 35 148 |
| Wolfram (W) | 6 | 140 799 | 40 992 |
| Grafit (GT) | 8 | 2 252 000 | 2 244 000 |
| Fluorit (FT) | 5 | 2 727 000 | 1 444 000 |
| Baryt (BA) | 4 | 1 557 000 | 2 837 000 |
| Antimon (Sb) | 0 | - | 11 954 |
| Kobalt (Co) | 0 | - | 5 754 |
| Germanium (Ge) | 1 | 473 | 991 |
| Indium (In) | 0 | - | 81 |
| Niob (Nb) | 0 | - | 4 200 |
| Tantal (Ta) | 0 | - | 420 |

* podle mezinárodně uznávané klasifikace (např. JORC, PERC) se nejedná o zásoby (reserves), ale pouze zdroje (resources)

** podle mezinárodně uznávané klasifikace (např. JORC, PERC) se jedná o prognózní zdroje (prognosticated resources)

3.1. Koksovatelné uhlí

Ekonomicky nejvýznamnější domácí surovinou ze seznamu CRM je bezesporu stále ještě **koksovatelné uhlí**, které dosud těží státní společnost OKD v **české části hornoslezské pánve** (cca 30 % zásob uhlí je v ČR a 70 % v Polsku), provozně nazývané ostravsko-karvinský revír (OKR). Koksovatelné uhlí tvoří zhruba polovinu veškerých, tedy geologických (14,4 mld. t) zásob černého uhlí v české části hornoslezské pánve (Starý et al. 2022a). Přesné údaje o zásobách koksovatelného uhlí nejsou známy, neboť nejsou OKD v rámci souhrnné evidence zásob výhradních ložisek černého uhlí zvláště vykazovány a evidovány. V posledních několika letech je koksovatelné uhlí ze zemí EU těženo prakticky jen v Polsku a méně právě v ČR. V obou zemích navíc dochází k útlumu těžby, přičemž v ČR se původně předpokládané úplné a trvalé ukončení dobývání černého (včetně koksovatelného) uhlí postupně posouvalo. Nejprve bylo plánováno na konec roku 2022, pak na konec roku 2023 a koncem roku 2022 bylo definitivně určeno na konec roku 2025. Ukončením těžby v OKR dojde k definitivnímu znehodnocení a ztrátě významných zásob této cenné a nenahraditelné suroviny, která se v ČR v podstatnějším množství nachází právě jen v OKR.

Domácí dlouhodobá těžba černého uhlí se od roku 1989 postupně snižovala; ještě v roce 2010 byla 11,2 mil. t z osmi využívaných ložisek, ale do roku 2020 poklesla jen na 1,9 mil. t z pěti činných ložisek ve třech dolech, přičemž od roku 2017 probíhá těžba již jen v karvinské části pánve (Starý 2016; Starý et al. 2020). V roce 2021 se však pokles těžby zastavil, produkce černého uhlí, z důvodů rostoucích cen paliv a energetické krize a z toho vyplývající ziskové těžbě, mírně stoupla na 2 mil. t. Během roku 2021 totiž stoupla cena černého uhlí (koksovatelného i energetického) na světových trzích téměř na trojnásobek a v současnosti (listopad 2022) se pohybuje kolem 400 USD/t (sine 2022a). A že pokračování těžby koksovatelného i energetického uhlí, tedy suroviny, které máme relativní dostatek, dává nejen ekonomický, ale především bezpečnostní smysl, ukázal další vývoj ve světě i Evropě v roce 2022. V té době však již v těžbě zůstalo poslední ložisko – **Důl ČSM** s dobývacím prostorem **Louky**, protože koncem února 2021 byla ukončena těžba na zbývajících čtyřech aktivních ložiskách ve dvou dolech. Vytěžitelné zásoby se každoročně stanovovaly pouze na činných ložiskách podle mezinárodní klasifikace JORC, takže jejich množství silně kolísalo. V současnosti jsou evidovány jen na posledním využívaném ložisku a jejich množství se pohybuje ve výši zhruba roční až dvouleté těžby. Nejvýznamnější a v podstatě jediné rezervní ložisko koksovatelného uhlí **Frenštát** s dobývacím prostorem **Trojanovice** má více než 1,5 miliardy t suroviny, z čehož je zhruba polovina tvořená koksovatelným uhlím.

Veškeré zásoby však státní podnik DIAMO pánuje odepsat a tím ložisko zrušit. Tomu předchází již od druhé poloviny roku 2022 navážení hlušiny do areálu dolu, kterou v roce 2023 plánuje zasypat obě jámy, kterými je toto významné ložisko otevřené.

Celá situace je tedy poněkud bizarní, protože koksovateľné uhlí patří mezi CRM a Evropská komise právě jako jeden z pilířů deklaruje vyšší míru využívání domácích (evropských) zdrojů (Starý et al. 2022c). Výroba koksu v ČR, který se používá převážně jako redukční činidlo v hutnictví, především železa a oceli, je však oproti těžbě v posledních deseti letech poměrně stabilní a pohybuje se kolem 2,2–2,5 mil. t ročně (Starý et al. 2020), takže je zřejmé, že výchozí domácí surovina je postupně nahrazována dovozem. Absence evidence zásob a předpokládané blízké definitivní ukončení těžby černého uhlí byly hlavními důvody, proč koksovateľné uhlí jako surovina nebylo zařazeno do řešení v rámci úkolu RENS, ani předchozího úkolu CEEMIR.

3.2. Lithium

V současnosti rozhodující a potenciálně nejdůležitější surovinou ze seznamu CRM na území ČR je jednoznačně **lithium (Li)**. V ČR jsou suroviny lithia vázány především na Li-slídy, hlavně zinnwaldit s teoretickým obsahem 1,4 až 1,6 % Li, v tělesech greisenů a greisenizovaných žul spojených s granitoidním magmatismem. Greisenizace může postihovat celé rozsáhlé, zpravidla vrcholové partie žulových masivů, jak je tomu například v revírech *Cínovec* (100–103), *Krupka* (106, 107, 111) nebo *Krásno – Horní Slavkov* (11–21), ale často je podmíněna tektonicky a šíří se přednostně do stran od existujících ploch puklin nebo zlomů. Takovéto greiseny svým deskovitým tvarem připomínají pravé rudní žíly, což je případ většiny bývalých ložisek a zdrojů západní části Krušných hor. Evidované domácí zásoby i zdroje jsou poměrně značné a jsou soustředěné prakticky výhradně v oblasti Krušných hor (revír *Cínovec*) a Slavkovského lesa (revír *Krásno – Horní Slavkov*). Menší a málo významné zdroje jsou v pegmatitech, jejichž nejznámějšími příklady jsou bývalé ložisko **Vernéřov u Aše** (1) a zdroj **Rožná** (Starý et al. 2019). Hypotetické zdroje v solankách, např. ve středočeském permokarbonu, nejsou prozkoumány a jejich potenciál nelze zhodnotit. S výjimkou neznámého množství vytěženého lithiového pegmatitu v **Rožné** během 2. světové války, Li rudy v ČR samostatně těženy nebyly. V letech 1957–1966 byl v Kaznějově zpracováván flotační zinnwalditový koncentrát z bývalého ložiska **Cínovec-starý závod** na výrobu Li_2CO_3 (LC) pro sklářský a chemický průmysl. Celkem zde bylo zpracováno asi 25 kt koncentrátu s obsahy 1,2–1,3 % Li, tedy asi 310 t ekvivalentu kovu, ale z ekonomických důvodů byla výroba zastavena (Starý 2016; Starý et al. 2019).

Nejdůležitější zdroje v ČR jsou soustředěny prakticky jen v revíru *Cínovec* ve východních Krušných horách s 99,3 % veškerých domácích geologických zásob Li (1130 kt Li a navíc 92 kt W a 323 kt Sn). Vlastní ložisko **Cínovec**, skládající se ze tří dílčích částí (samostatných ložisek) **Cínovec-jih** (100), **Cínovec-severozápad** (101) a **Cínovec-východ** (103), je mimořádné velké a představuje jedno z největších světových ložisek lithia (+Rb, Cs) v pevných horninách. Komplexní primární Li(Rb)-Sn-W rudy greisenového typu jsou však velmi chudé s průměrným celkovým obsahem 0,20 % Li v rudě. Oficiálně (Starý – Novák 2022) se uvádí na primárních ložiskách revíru *Cínovec* 564 mil. t geologických zásob Li rudy s 1128 kt Li. Na základě vyhodnocení nových vrtných prací, které na ložisku proběhly v letech 2020 a 2021, byly firmou EMH (sine 2021a, 2021d), která je prostřednictvím firmy GEOMET (kde je většinovým vlastníkem ČEZ prostřednictvím SD) držitelem průzkumných licencí, překlasifikovány a převedeny do vyšších kategorií celkové zdroje (v ČR zásoby) greisenových **lithiových rud**. Zároveň došlo k jejich celkovému navýšení z původních 695,5 mil. t o 12,3 mil. t na 708,2 mil. t rudy s průměrným obsahem 0,43 % Li_2O (1381 kt Li) a 0,05 % Sn. Toto přehodnocení je však jen interní (pro potřeby EMH) a nijak se nedotýká platných výpočtů zásob. Ve světovém pojetí se v obou případech jedná však pouze o zdroje (resources), které v současnosti představují zhruba 1,5% podíl na celkových světových zdrojích. V rámci těchto zdrojů bylo v jižní části revíru, v místě ložiska **Cínovec-jih** (100), vymezeno 34,5 mil. t vytěžitelných zásob (reserves) s průměrnou kovnatostí 0,30 % Li, což

představuje přes 104 kt Li (sine 2017a). Ložiska revíru *Cínovec* (100, 101, 103) jsou v závěrečné fázi průzkumu a jejich využití se předpokládá v příštích několika letech. Zatím hlavním nedořešeným problémem však zde zůstává místo a způsob finalizace zinnwalditového (Li slídy) koncentrátu a případné získávání doprovodných složek, přede vším rubidia (Rb) a cesia (Cs). Stále probíhá intenzivní výzkum a technologické zkoušky, orientované na získávání koncentrátu lithných slíd z rudy fyzikálními metodami i následné chemické úpravy slídového koncentrátu na prodejní produkty, kterými jsou sloučeniny lithia (např. karbonát, hydroxid, fluorid apod.). V obou procesech jsou práce zaměřeny především na snížení ekonomických nákladů a ekologického zatížení při zpracování suroviny a výroby lithných sloučenin. Další otázkou bude ekonomika otvírky a vlastní těžby (Starý et al. 2022c). V revíru *Cínovec* byly po mnoho století těženy cínové (Sn), později cín-wolframové (Sn-W) rudy – naposledy v roce 1990. Li rudy samostatně těženy a zpracovávány nebyly, s výjimkou pokusně zpracovávaného flotačního zinnwalditového koncentrátu v letech 1957–1966.

Primární ložiska a zdroje stejného typu ve Slavkovském lese v revíru *Krásno – Horní Slavkov* (11–20) a západních Krušných horách, např. zdroj **Hřebečná** (22) jsou ještě chudší a mnohem menší, takže z hlediska lithia nejsou příliš perspektivní. Těžba Sn zde probíhala rovněž od středověku (od konce 19. století Sn-W rud) a skončila počátkem roku 1991.

Těžbě primárních rud v revíru *Cínovec* nejspíše bude předcházet využití Li rud z odkališť **Cínovec** (102) a **Horní Slavkov** (21), vzniklých po úpravě Sn-W rud. V roce 2021 bylo na ložisku **Cínovec-odkaliště** (102) povrchově vytěženo malé množství Li rudy, která byla určena pro laboratorní a poloprovozní testy. Případnému využití domácích ložisek lithia výrazně nahrává i dlouhodobý výrazný růst cen lithných sloučenin. Od konce roku 2020, kdy se pohybovaly kolem 6–7 tis. USD/t, ceny karbonátu lithia (LC), jako hlavní Li sloučeniny, dlouhodobě rostly. Do první čtvrtiny roku 2022 velmi rychle až na hodnoty okolo 70 tis. USD/t, o té doby pozvolněji a ke konci roku 2022 mírně přesahovaly 80 tis. USD/t (sine 2022b, 2022c). Podobný vývoj cen je i u hydroxidu lithia (LH), kde se v současnosti pohybují kolem 82 tis. USD/t (sine 2022b) a dalších Li sloučenin. Ceny dlouhodobých kontraktů jsou nižší, ale koncem roku 2021 se již pohybovaly mezi 16–20 tis. USD/t LCE (Jaskula 2022) a vzhledem k vývoji spot cen se dá očekávat jejich nárůst v roce 2022. Poslední výpočty ekonomiky ložiska podle EMH vycházely z ceny 17 tis. USD/t LH a předpokládané roční produkce kolem 29 kt (sine 2022d), což je stejně výrazně nižší hodnota, než jsou současné ceny. Největší potenciál využití lithia je v jeho sloučeninách, tedy jako průmyslového nerostu (nerudy), které se využívají hlavně při výrobě dobíjecích akumulátorů (Li-ion) a katod primárních (nenabíjecích) baterií. V zemích EU se sloučeniny Li využívají především jako tavivo a pro zlepšení vlastností (odolnost proti tepelným šokům, zvýšení pevnosti) v keramickém a sklářském průmyslu, dále pak při výrobě lubrikantů, polymerů, farmacií, čištění vzduchu aj. Kovové Li se využívá hlavně jako anody v primárních bateriích a ve slitinách s hliníkem.

3.3. Wolfram

Další významnou domácí CRM je **wolfram (W)**, který se využívá především při legování oceli pro zvýšení tvrdosti a tepelné odolnosti a jako karbid (WC) při výrobě tvrdokovů hlavně pro vrtné a řezné nástroje. Z geologického hlediska jsou hlavními oblastmi výskytu W rud moldanubikum a krušnohorská oblast, kde se nachází všechna ložiska i naprostá většina zdrojů v ČR. Zatímco v Krušných horách tvoří W rudy až na výjimky, kterými jsou např. bývalá ložiska **Krupka 4** (111), **Cínovec-Starý závod** a **Rotava** (6), pouze doprovodnou minoritní část komplexních greisenových rud, tak v moldanubiku jsou W rudy, místy spolu s rudami Au, hlavní nerostnou surovinou. V oblasti moldanubika je zrudnění představováno křemennými žilami s převažujícím scheelitem, případně wolframitem převážně v exokontaktech variských granitoidů, ale především scheelitovými vtroušeninami a žilkami vázanými na polohy vápenato-silikátových hornin. Některé objekty mají charakter rozsáhlejších stratiformních ložisek typu scheelitonosných krystalických břidlic, případně skarnů (Starý et al. 2010, 2019, 2021).

Nejvýznamnější je západní část (šumavská větev a přilehlá část středočeského plutonu), kde se rovněž nachází nejdůležitější a donedávna i největší české ložisko W i Au rud **Kašperské Hory** (45), někdy označované jako **Kašperské Hory-východ** (45). V moldanubiku je soustředěna rovněž naprostá většina prognózních zdrojů převážně scheelitových rud. Zvýšené obsahy scheelitu se vyskytují i na některých významných ložiskách Au rud ve středočeské oblasti, např. v revíru *Psí hory* s ložisky **Mokrsko** (144) a **Čelina** (143) a v rožmitálské kře na ložisku **Vacíkov** (82).

V krušnohorské oblasti jako hlavní rudní W minerál vystupuje wolframit, uplatňuje se i scheelit. Wolframové zrudnění je přítomno v křemenných žilách a greisenech hlavně s převahou Sn, což je případ většiny ložisek a zdrojů revírů *Krásno – Horní Slavkov* (11–23) a *Cínovec* (100–103), méně s převládajícím W, jako na bývalém ložisku **Krupka 4** (111). Vyskytují se rovněž wolframitová zrudnění v křemenných žilách a žilnicích nebo scheelitové vtroušeniny v erlanech.

Mnohem menší význam má kontaktně metasomatické scheelitové zrudnění vyvinuté v exokontaktech krkonoško-jizerského plutonu se zdrojem **Pec pod Sněžkou-Obří důl** (198) a žulovského plutonu se zdrojem **Vápenná** (230, 231, 235) (Starý et al. 2010, 2019, 2021).

Přes 70 % geologických zásob (99,2 kt W) v ČR je vázáno na chudá greisenová ložiska především v revíru *Cínovec* (100–103) a méně i v revíru *Krásno – Horní Slavkov* (11–21), kde je W zastoupený převážně wolframitem, pouze minoritní doprovodnou surovinou komplexních Li-Rb-Sn-W rud. Zbylých necelých 30 % (41,6 kt W a navíc 55 t Au) domácích zásob představuje co do velikosti, ale i kvality (1,32 % W a 5,4 g Au/t) výjimečné, dosud netěžené ložisko scheelitových W a žilných Au rud **Kašperské Hory** (45). Na ložisku však nikdy nebyl dokončen průzkum (to platí především pro rudy W) a v současnosti je jeho pokračování vyloučeno. Přesto lze na základě dosavadních znalostí konstatovat, že by se pravděpodobně mohlo jednat o jediné, v současnosti ekonomicky využitelné, ložisko rud v ČR. Jeho případná otvírka však v nejbližší době z důvodů nedokončeného průzkumu a neřešitelných střetů zájmů nepřipadá v úvahu. Je sice málo pravděpodobné, že se na území ČR podaří objevit další srovnatelné ložisko nebo zdroj, přesto je zřejmé, že hlavní potenciál W rud spočívá v scheelitových rudách situovaných převážně v moldanubiku. Tyto zdroje jsou však dosud zcela nedostatečně prozkoumané, takže se k jejich případnému hospodářskému významu zatím nelze vyjádřit. Celkové zásoby wolframu v ČR ve výši téměř 141 kt W kovu (Starý – Novák 2022; Starý et al. 2019) by představovaly zhruba 4% podíl na zásobách světových, podle mezinárodně uznávané klasifikace se však jedná pouze o zdroje.

3.4. Grafit

Kdysi velmi významnou surovinou řazenou mezi CRM býval v České republice **grafit**. V současné době je grafitová surovina evidována na čtyřech ložiskách amorfního grafitu (GA), třech krystalického grafitu (GK) a na jednom ložisku je smíšená surovina. Navíc je zde poměrně velké množství zdrojů výše zmíněných druhů grafitové suroviny. Všechna ložiska i zdroje grafitu v ČR patří k metamorfogennímu genetickému typu, jsou většinou menší velikosti a s průměrnou až nižší kvalitou suroviny, která dosahuje kolem 20–35 % obsahu grafitu u GA a 10–15 % u GK (Starý et al. 2019, 2021). Celkové geologické zásoby grafitové suroviny na všech ložiskách jsou 14,3 mil. t s obsahem necelých 2,3 mil. t grafitu (Starý et al. 2022b), v potenciálně perspektivních zdrojích je pak dalších 12,9 mil. t suroviny se zhruba 2,2 mil. t grafitu (Starý et al. 2019). Při případném obnovení domácí těžby zůstává otázkou ekonomický aspekt úpravy poměrně chudé rudy (flotace?) a výroba prodejních produktů.

Ložiska a zdroje grafitu jsou soustředěna ve dvou důležitých oblastech. Nejvýznamnější je oblast jižních Čech, především *českokrumlovská pestrá skupina* s největšími zásobami (9,4 mil. t) i zdroji (10,8 mil. t) všech druhů grafitové suroviny (Starý et al. 2019). Grafit se na území ČR těžil několik staletí. V jižních Čechách byla naposledy dobývána ložiska **Český Krumlov-Městský vrch** (117) a **Lazec-Křenov** (110), kde těžba i provoz flotační úpravní v Netolicích byly ukončeny ve druhé polovině roku 2003. Naprostá většina zásob i zdrojů v této

oblasti je však dobytelná pouze hlubinně a navíc je část zásob suroviny vázána střety zájmů. K povrchové těžbě je v současnosti soukromou organizací připravováno ložisko **Koloděje-Hosty** (139) se 4,5 mil. t drobně vločkové grafitové suroviny v severovýchodněji položené *pestré skupině sušicko-votické*.

Druhou oblastí je *silezikum*, v rámci kterého je nejdůležitější velkovrbenská skupina, kde probíhala těžba dlouhou dobu, naposledy v roce 2008 na ložisku **Velké Vrbno-Konstantin** (217). Celkový ložiskový potenciál velkovrbenské skupiny, která je nejvýznamnější, je zhruba 1,5 mil. t suroviny převážně amorfního grafitu. Ložiska i zdroje jsou zde však mnohem menší a k jejich využití by bylo potřebné zvolit specifický způsob těžby, blížící se způsobu těžby průzkumem (tzv. smallmining). Pozitivním faktorem je, že naprostá většina lokalit v této oblasti je dobytelná povrchově (Starý et al. 2019).

Současný český dovoz přírodního grafitu činí kolem 5 kt ročně a zpracovává se v Týně nad Vltavou, kde se mimo jiné vyrábí přírodní grafit od vločkového až po nejjemnější prášek a chemicky rafinovaný přírodní grafit o čistotě až 99,99 % a Netolicích, kde se rovněž vyrábí široká škála vločkových, pudrových a mletých grafitů pro nejrůznější účely. Kolem 60 % upraveného grafitu se pak opět vyveze. Přírodní grafit má široké využití, nejvíce jako žáruvzdorný materiál (GK), ve slévárenství, dále při výrobě oceli, mazadel, baterií, atd.

3.5. Fluorit, baryt

Nezanedbatelný potenciál v ČR stále představují **fluorit** (FT) s **barytem** (BA). Rovněž jejich domácí ložiska a zdroje jsou menší, většinou pouze s průměrnou až nižší kvalitou suroviny (okolo 35–50 % obsahu FT a 25–60 % BA jako užitkových složek). Všechna domácí evidovaná ložiska i zdroje jsou hydrotermálního původu, žilného, žilnikového a ojediněle i impregnačního, metasomatického nebo stratiformního typu. Jedinou výjimkou jsou ložiska a zdroje obou surovin na odkalištích, vzniklé po úpravě suroviny v minulosti. Ze sedmi evidovaných ložisek jsou tři pouze fluoritová (**Jílové u Děčína-Sněžník** (142), **Moldava** (88) a **Proboštov-odkaliště Přítkov** (104)), jedno pouze barytové (**Bohousová** (212)), dvě mají smíšenou fluorit-barytovou surovinu (**Běstvína** (180) a **Kovářská** (29)) a na jednom tvoří baryt doprovodnou surovinu polymetalických rud (**Křižanovice** (190)). Ložiska i zdroje jsou většinou situována v okrajových oblastech Českého masivu, kde jsou vázána na hlubinné zlomové linie krušnohorského (JZ–SV) a labsko-lužického směru (SZ–JV). Na ložiskách fluorit-barytové suroviny (FB) je fluorit většinou hlavní surovinou a baryt se vyskytuje buď v podstatném (např. ložiska **Běstvína** (180) a **Kovářská** (29) a zdroje **Moldava-Vápenice** (93) a **Harrachov** (182), nebo v podřadném množství, jako např. na ložisku **Moldava** (88) a zdroji **Vrchoslav** (105). Někdy fluoritové akumulace baryt neobsahují prakticky vůbec, jako např. ložisko **Jílové u Děčína-Sněžník** (142), anebo naopak barytové akumulace neobsahují prakticky vůbec fluorit, jako např. ložiska **Bohousová** (212) a **Křižanovice** (190) a zdroje **Čistá** (66), **Horní Benešov** (236), **Mackov** (86) a **Otěvěky** (60).

Nejvýznamnější ložiska i zdroje FB jsou v Krušných horách, např. **Moldava** (88), **Kovářská** (29), **Krásný Les** (123–125), **Mackov** (86) a Železných horách, např. **Běstvína** (180) a **Křižanovice** (190). Důležité je i fluoritové ložisko **Jílové u Děčína-Sněžník** (142) v lužické oblasti české křídové pánve a barytové ložisko **Bohousová** (212) v Orlických horách.

Na asi nejperspektivnějším českém ložisku **Kovářská** (29) byly v roce 2021 přehodnoceny (bez technických prací) veškeré zásoby **fluorit-barytové** suroviny jak v úseku sever, tak i na jihu a bylo vyhodnoceno celkově 3 717 kt (o 2 100 kt více oproti předchozímu výpočtu) geologických zásob smíšené **fluorit-barytové** suroviny s průměrným obsahem 33,4 % (1 240 kt) fluoritu a 14,6 % (542 kt) barytu (Krátký et al. 2021). Ložisková struktura Kovářská kontinuálně pokračuje do sousedního Německa jako ložisko **Niederschlag**, které má tak velmi podobnou stavbu, jako české ložisko a je od roku 2013 těžené. Na ložisku **Niederschlag** je vyhodnoceno celkově 3 131 kt zásob fluorit-barytové suroviny s 1 349 kt fluoritu a 559 kt barytu a dalších 208 kt prognózních zdrojů fluoritové suroviny s 65 kt fluoritu. Průměrné obsahy CaF₂ se pohybují kolem 51–54 % ve fluoritové surovině a 26–45 % ve

fluorit-barytové surovině. Obsahy $BaSO_4$ jsou 4–7 % ve fluoritové a 21–43 % ve smíšené (Freund – Nessler 2017). Dohromady tedy má ložisková struktura **Niederschlag – Kovářská** na německé i české straně hranic ověřený potenciál více než 6,8 mil. t suroviny s téměř 2,4 mil. t fluoritu a 1,1 mil. t barytu. Vzhledem k velmi podobné stavbě obou ložisek v rámci jediné struktury se z ekonomických, báňsko-technických i technologických důvodů nabízí společné využití celé struktury jako jednoho ložiskového tělesa.

Současné celkové geologické zásoby fluorit-barytové suroviny (FB) v ČR jsou téměř 9,5 mil. t s obsahem 2,7 mil. t FT a 1,6 mil. t BA (Starý et al. 2022b), dalších téměř 11,5 mil. t FB s obsahy 1,4 mil. t FT a 2,8 mil. t BA je v potenciálně perspektivních zdrojích (Starý et al. 2019). Fluorit-barytová surovina se na našem území dobývala převážně hlubinně poměrně dlouhou dobu na několika ložiskách. Výrazně převažovala těžba fluoritu, která byla na posledních třech ložiskách – **Běstvina** (180), **Jílové u Děčína-Sněžník** (142) a **Moldava** (88) ukončena počátkem roku 1994, baryt byl naposledy získáván z fluorit-barytových ložisek **Běstvina** (180) do roku 1990, do roku 1991 na dnes již bývalém ložisku **Harrachov** (182) a pokusně krátce v roce 1991 i z polymetalického ložiska **Křižanovice** (190). Otvírka některého z domácích perspektivních primárních ložisek fluoritu a barytu je velmi nejistá z mnoha důvodů. Všechna ložiska jsou menší, převážně se složitými báňsko-technickými podmínkami dobývání, danými i značným postižením minulou těžbou a méně jakostní surovinou, často hůře upravitelnou, což je případ ložiska **Kovářská** (29). U ložisek **Jílové u Děčína-Sněžník** (142) a **Běstvina** (180) jsou na nich navíc vážné střety zájmů. V Sobědruhách u Teplic je stále v provozu flotační úprava fluoritu, která po ukončení těžby na našem území, zpracovává již pouze importovanou surovinu v množství 15–17 kt (z toho je zhruba 3/4 suroviny s více než 97 % CaF_2) ročně, kterou poté z větší části opět vyváží. Více než polovina fluoritu se spotřebuje na výrobu kyseliny fluorovodíkové HF, dále se používá jako tavivo v metalurgii, v keramické a sklářské výrobě atd. Rovněž baryt v rámci hospodářství ČR zaujímá nezanedbatelnou roli a téměř veškerá dovážená surovina (8–9 kt ročně) je spotřebována v ČR. Naprostá většina (přes 90 %) barytu se spotřebuje ve formě těžkého výplachu při vrtání na ropu a zemní plyn. Dále se používá jako bílý pigment v nátěrových hmotách, plnivo nebo zatěžkávalo, atd.

3.6. Ostatní CRM

Ještě menší šanci na využití mají domácí potenciálně perspektivní zdroje antimonu (Sb), germania (Ge), india (In), kobaltu (Co) a niobu (Nb), které jsou malé, chudé a často málo prozkoumané, a v současnosti nebo blízké budoucnosti využitelné jen hypoteticky. Rudy **antimonu (Sb)** jsou v ČR zastoupeny prakticky jen typy ložisek žilných, žilnikových a vtroušených polymetalických, případně rud zlata převážně se stibnitkem (Starý et al. 2010). Největší význam měl *březohorský* (95, 98) revír, kde až do roku 1980 byly spolu s hlavními polymetalickými rudami těženy i doprovodné rudy antimonu. Druhým revírem je *krásnohorský* (127, 133, 134, 136) někdy nazývaný také *krásnohorsko-milešovský*, kde byl až do roku 1992 antimon získáván jako doprovodná surovina při těžbě Au-Sb rud. V ČR v současnosti již žádné zásoby Sb evidovány nejsou, menší zdroje jsou v obou výše jmenovaných revírech. Zatímco v *krásnohorském* (127, 133, 134, 136) revíru představují současné zdroje Sb významnou část (zhruba pětinu) původních zásob, v případě revíru *březohorského* (95, 98) se jedná o zbytkové, pravděpodobně již nevyužitelné zdroje (Starý et al. 2019; SurIS 2022).

V ČR jsou stále ještě evidovány malé zásoby a zdroje **germania (Ge)** v uhlí, především v sokolovské (8, 10), plzeňské (28, 34, 37–39) a kladensko-rakovnické pánvi (81, 92). Vzhledem k tomu, že v domácích zdrojích je germanium vázáno na uhlí, kumuluje se v úletovém popílku elektráren, spalujících Ge-nosné uhlí. Výroba germania a GeO_2 z domácího popílku i dovezené suroviny v ČR probíhala podniku Lachema v Kaznějově od roku 1955 a pro nerentabilitu skončila v roce 1980 (Starý et al. 2019). Vzhledem k technologické náročnosti extrakce Ge však nelze předpokládat ekonomické využití tohoto

způsobu získávání Ge. Navíc v současnosti Ge-nosné uhlí není těženo a z ekologických důvodů není ani předpoklad jeho využití v blízké budoucnosti (Starý et al. 2022c).

Na území ČR nejsou v současnosti evidované žádné zásoby **india (In)**. Zdroje jsou vyhodnoceny v některých revírech polymetalických rud. Indium je obsaženo v některých minerálech, praktický význam však mají především jeho obsahy v podobě pevných roztoků ve sfaleritu, přičemž zvýšenými obsahy se vyznačují železité, černé sfalerity (Starý et al. 2010). Nejvyšší obsahy In jsou známy z rud revírů *Kutná Hora* (167–169, 171), *Březové Hory* (95, 98) a *Havlíčkův Brod* (179, 181, 183). V období těžby Zn rud v ČR se ale nikdy In nezískávalo ani ekonomicky nezhodnocovalo a většina Zn-koncentrátů se vyvážela. Využití známých zdrojů je zcela závislé na případném obnovení těžby polymetalických rud a výrobě sfaleritového koncentráту, což se v současnosti i blízké budoucnosti jeví zcela nereálné. Dosud neprozkoumané jsou hypotetické zdroje india na některých ložiskách a zdrojích v Krušných horách, takže o jejich perspektivě nelze rozhodnout (Starý et al. 2019, 2022c).

V ČR žádné zásoby ani schválené zdroje **kobaltu (Co)** evidovány nejsou. Jeho rudy jsou zastoupeny třemi hlavními genetickými typy ložisek – likvační magmatická, hydrotermální žilná a reziduální (laterity). Hydrotermální žilná ložiska převážně sulfidických rud, především v Krušných horách, byla z větší části vytěžena již v minulosti. Z reziduálního typu ložisek byly těženy většinou jen oxidační zóny, často jako rudy jiných kovů, nežli Co. Likvační, převážně sulfidické rudy, s výjimkou krátké těžby malých ložisek Ni-Cu rud v Rožanech a Kunraticích ve Šluknovském výběžku, prakticky těženy nebyly. Hypoteticky by možným zdrojem kobaltu v ČR mohly být Ni-Cu rudy v ultramafických horninách ranského masivu na zdroji **Staré Ransko** (191–193), případně hydrosilikátové Ni rudy lateritického typu v jižních Čechách na zdroji **Křemže** (113) a na jihozápadní Moravě na zdroji **Bojanovice u Znojma** (195). V současnosti probíhá průzkum na bývalém stratiformním ložisku Cu rud **Tisová u Kraslic** (4) a okolí, zaměřený především právě na Co, jeho dosavadní výsledky však nejsou zatím známy (Starý et al. 2019; 2022c).

Možným zdrojem **niobu (Nb)**, popřípadě i **tantalů (Ta)** by mohly být greisenové Sn-W rudy, kde by se Nb a Ta mohly získávat při zpracování W koncentráту. Zvýšené obsahy Nb spolu se Zr, REE a dalšími prvky často doprovázejí uranovou mineralizaci v české křídové pánvi (156–164). Samostatná těžba doprovodných surovin bez těžby uranu nepřichází z ekonomických důvodů v úvahu. Další možné, ale dosud nedostatečně prozkoumané zdroje Nb a Ta, byly jako doprovodné suroviny Zr a Mo rud zjištěny ve fenitech čistecko-jesenického masivu v místě prognózních zdrojů **Hůrky-sever** (72) a **Hůrky-střed** (73), stanovených především na rudy Mo a Zr. Na základě nových výzkumných prací zde Tvrdý (2021) vymezil alternativní prognózní zdroj o rozloze 149 ha s průměrným obsahem 0,12 % REO a 0,25 % ZrO₂, který pokrývá území s výskytem metasomatitů (fenitů). Na základě zjištěného poměru Zr : Hf = 40–50 : 1, lze předpokládat, že oblast může být nadějná i jako potenciální zdroj **hafnia (Hf)**. Ostatní relevantní CRM, ačkoliv mají určitý význam pro národní hospodářství (např. REE, PGM a Ti), se na území ČR v hospodářsky využitelných akumulacích nevyskytují a předpoklad jejich nalezení je nepatrný (Starý et al. 2019, 2022c).

4. Závěr

Na území ČR se nachází pouze malá část surovin ze seznamu CRM a jejich význam je různý. V současné době má asi největší potenciál lithium, které je reprezentováno především mimořádným ložiskem Cínovec. Jeho skutečný význam se však projeví, pokud dojde k jeho využití. Dlouhodobě klesající je důležitost kdysi jedné z klíčových domácích surovin – a to koksovateľného uhlí. Zajímavý potenciál má wolfram, ale větší část jeho zásob je svázána s ložiskem Cínovec a zcela tak na něm závisí. Z hlediska samotného kovu je však důležitější ložisko Kašperské Hory, jehož případné využití zatím nepřichází v současnosti ani dohledné budoucnosti v úvahu. Určitý potenciál mají ložiska a zdroje grafitu a fluoritu s barytem. Obnovení těžby těchto surovin je v blízké budoucnosti, až na výjimky (Proboštov-odkaliště Přítkov), málo pravděpodobné, takže spíše tvoří surovinovou rezervu. Další CRM, které se

v ČR vyskytují, již tvoří většinou málo prozkoumané zdroje a o jejich skutečném potenciálu nelze rozhodnout a perspektivě lze spíše spekulovat.

Větší část surovin ze seznamu CRM se na území ČR nenachází. Pro vymezení jejich ekonomicky využitelných zdrojů nejsou buď geologické podmínky (např. bauxit, boráty, fosfáty, PGM) nebo tvoří převážně vedlejší (minoritní) suroviny, které nikdy nebyly předmětem vyhledávání ani ložiskového průzkumu (např. Be, Ga, Hf, REE, Sc, Sr, V). Některé CRM (např. Bi, Hf, In, Nb, REE, Sc, Ta, Ti) byly předmětem výzkumu a někdy i průzkumu, většinou jako doprovodné suroviny. Až na výjimky (In) u nich nebyly spočítány zásoby, ale v několika případech byly odhadnuty prognózní zdroje (např. Bi, Nb, REE). Mezi irelevantními CRM jsou rovněž suroviny, které se na území ČR nevyrábějí – kovový hořčík, křemík a fosfor (Starý et al. 2019, 2021, 2022c).

Některé CRM, jejichž ložiska ani významnější zdroje se na území ČR nenacházejí, však mají poměrně značný význam minimálně v evropském rozměru. Zajímavá je situace ohledně tantalu, kterého se v práškové formě do ČR ročně dováží 110–150 t, což představuje zhruba 10 % veškeré světové produkce. Zpracovává se v AVX Lanškroun (člen japonské skupiny KYOCERA), kde se z něj vyrábí především kondenzátory a další elektronické součástky. Rovněž ilmenitové titanové koncentráty se do ČR dovážejí ve velkém množství, ročně kolem 100–150 kt. Zpracovává se v podniku PRECHEZA (skupina Agrofert) v Přerově na výrobu titanové běloby v množství 40–50 kt ročně, přičemž kolem 90 % se exportuje. Významný je roční dovoz kolem 9,5 kt oxidů a hydroxidů vanadu, který se zde zpracovává především na ferovanad (FeV), který se z větší části vyváží. Nezanedbatelný je dovoz platiny, který se v poslední době pohybuje řádově ve výši 200–300 kg a palladia kolem 500–700 kg a zhruba totéž množství se po zpracování opět vyveze (Starý et al. 2017, 2021, 2022c).

5. Použitá literatura

- [1] EL Latunussa, C. – Georgitzikis, K. – Torres de Matos, C. – Grohol, M. – Eynard, U. – Wittmer, D. – Mancini, L. – Unguru, M. – Pavel, C. – Carrara, S. – Mathieux, F. – Pennington, D. – Blengini, G. A. (2020a): Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020), Critical Raw Materials Factsheets (Final). – 817 s. European Commission. Luxembourg. DOI: 10.2873/92480. file:///C:/Users/admin/Downloads/CRM_2020_Critical_Factsheets.pdf
- [2] Freund, A. – Nessler, J. (2017): Vorkommen Niederschlag-Kovářská, Deutscher Teil – Kurzfassung. – 33 s. G.E.O.S. Halsbrücke.
- [3] Jaskula, B. W. (2022): Mineral Commodity Summaries 2022 – Lithium. USGS, January 2022 (cit. 2022-02-01). – <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-lithium.pdf>
- [4] Krátký, O. – Tvrký, J. – Jaček, M. – Sysel, O. (2021): Závěrečná zpráva geologického úkolu Kovářská 13/161. GET Praha. – MS archiv Čes. Geol. služba. Praha.
- [5] Starý, J. – Kavina, P. – Vaněček, M. – Sitenský, I. – Kotková, J. – Hodková, T. (2010): Mineral Commodity Summaries of the Czech Republic (Statistical data to 2009). – 518 p. Ministry of the Environment. Praha. ISSN 1801-6707.
- [6] Starý, J. (2016): Vývoj zásob a těžby nerostných surovin v České republice po roce 1989 – doktorská disertační práce. VŠB – TU Ostrava, HGF – Institut geologického inženýrství. Ostrava. P 158417.
- [7] Starý, J. – Sitenský, I. – Mašek, D. – Hodková, T. – Vaněček, M. – Novák, J. – Kavina, P. (2017): Mineral Commodity Summaries of the Czech Republic 2017 (Statistical data to 2016). – 388 p. Ministry of the Environment, Czech Geological Survey. Praha. ISSN 1801-6707.
- [8] Starý, J. – Bohdál, P. – Godány, J. – Mašek, D. – Novák, J. – Poňavič, M. – Rýda, K. – Večeřa, J. – Lukeš, I. – Zítka, V. – Vaněček, M. (2019): Centrum kompetence efektivní a ekologické těžby nerostných surovin (CEEMIR) – WP 2 – Potenciální zdroje

- na území ČR – Zhodnocení aktuálního surovinového potenciálu ČR (kritické suroviny EU – CRM, lithium a kaolin). Výsledek V_{souhrn} TE02000029. – 177 s. Česká geologická služba. Praha. CGS P000081/2019.
- [9] Starý, J. ed. (2019): Mapa ČR s rozmístěním ložisek, potenciálně perspektivních a ostatních zdrojů vybraných kritických surovin EU (CRM) a lithia (stav k 1. 1. 2019). – MS. Čes. Geol. Služba. Praha.
- [10] Starý, J. – Kavina, P. – Sitenký, I. – Gabriel, Z. (2020): Pohyb zásob na výhradních ložiscích nerostných surovin v letech 2010–2019. MŽP – ČGS Praha. – MS Česká geologická služba. Praha.
- [11] Starý, J. – Sitenký, I. – Mašek, D. – Gabriel, Z. – Hodková, T. – Vaněček, M. – Novák, J. – Kavina, P. (2021): Mineral Commodity Summaries of the Czech Republic 2021 (Statistical data to 2020). – 505 p. Ministry of the Environment, Czech Geological Survey. Praha. ISSN 1801-6707.
- [12] Starý, J. – Novák, J. (2022): Bilance zásob výhradních ložisek nerostů České republiky k 1. lednu 2022 – Díl I: Rudy, stopové prvky. MŽP – ČGS Praha. – MS Česká geologická služba. Praha.
- [13] Starý, J. – Žáčková, S. – Gabriel, Z. (2022a): Bilance zásob výhradních ložisek nerostů České republiky k 1. lednu 2022 – Díl II: Palivoenergetické suroviny. MŽP – ČGS Praha. – MS Česká geologická služba. Praha.
- [14] Starý, J. – Novák, J. – Mojžíš, J. – Gabriel, Z. – Němec, M. – Novák ml., J. (2022b): Bilance zásob výhradních ložisek nerostů České republiky k 1. lednu 2022 – Díl III: Výhradní ložiska nerudných surovin. MŽP – ČGS Praha. – MS Česká geologická služba. Praha.
- [15] Starý, J. – Kavina, P. – Gabriel, Z. (2022c): Critical minerals of the EU (CRM) in the territory of the Czech Republic. – International Conference Mineral deposits safeguarding as a basis of mineral raw materials safety. Kraków.
- [16] Tvrdý, J. (2021): Dílčí zpráva geologického výzkumu – lokalita Čistecko-jesenický masiv. GET. Praha.
- [17] sine (2011): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Tackling the challenges in commodity markets and on raw materials. – COM(2011) 25 final (cit. 2022-09-20) – [https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com\(2011\)0025/com_com\(2011\)0025_en.pdf](https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0025/com_com(2011)0025_en.pdf)
- [18] sine (2014a): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – On the review of the list of critical raw materials for the EU and the implementation of the Raw Materials Initiative. – COM(2014) 297 final (cit. 2022-09-20) – <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0297&from=CS>
- [19] sine (2014b): Report on critical raw materials for the EU, Critical raw materials profiles (cit. 2022-09-20). – <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/11911/attachments/1/translations>
- [20] sine (2017a): European Metals Holding Limited – Annual Report 30 June 2017 (cit. 2018-02-02). – <https://www.europeanmet.com/wp-content/uploads/2017/09/20170929-EMH-2017-Annual-Report.pdf>
- [21] sine (2017b): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – on the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU. – COM(2017) 490 final (cit. 2022-09-20) – <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52017DC0490>

- [22] sine (2017c): Study on the review of the list of critical raw materials – Critical raw materials factsheets (cit. 2022-10-19). – <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7345e3e8-98fc-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en>
- [23] sine (2020): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability. – COM(2020) 474 final (cit. 2022-09-20) – <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0474>
- [24] sine (2021a): European Metals Holding Limited – Environmental impact assessment submitted measured resource drilling update (2021-08-25). – <https://www.investi.com.au/api/announcements/emh/330aeaa2-704.pdf>
- [25] sine (2021b): Resource upgrade at Cinovec lithium project to 708 Mt including 53.3 Mt of new measured resource. European Metals (cit 2021-10-29). – <https://www.investi.com.au/api/announcements/emh/d88b9091-7cb.pdf>
- [26] sine (2022a): Trading Economics – Coal (cit. 2022-10-27). – <https://tradingeconomics.com/commodity/coal>
- [27] sine (2022b): Lithium at the LME – Lithium hydroxide weekly price (cit. 2022-10-31). – <https://www.lme.com/en/Metals/EV/About-Lithium>
- [28] sine (2022c): Trading Economics – Lithium (cit. 2022-10-31). – <https://tradingeconomics.com/commodity/lithium>
- [29] sine (2022d): PFS update delivers outstanding results 75% increase in Cinovec NPV to US\$1.94B, 16% increase in production to 29,386TPA. European Metals (cit 2022-10-28). – <https://www.investi.com.au/api/announcements/emh/7381a65f-d0b.pdf>